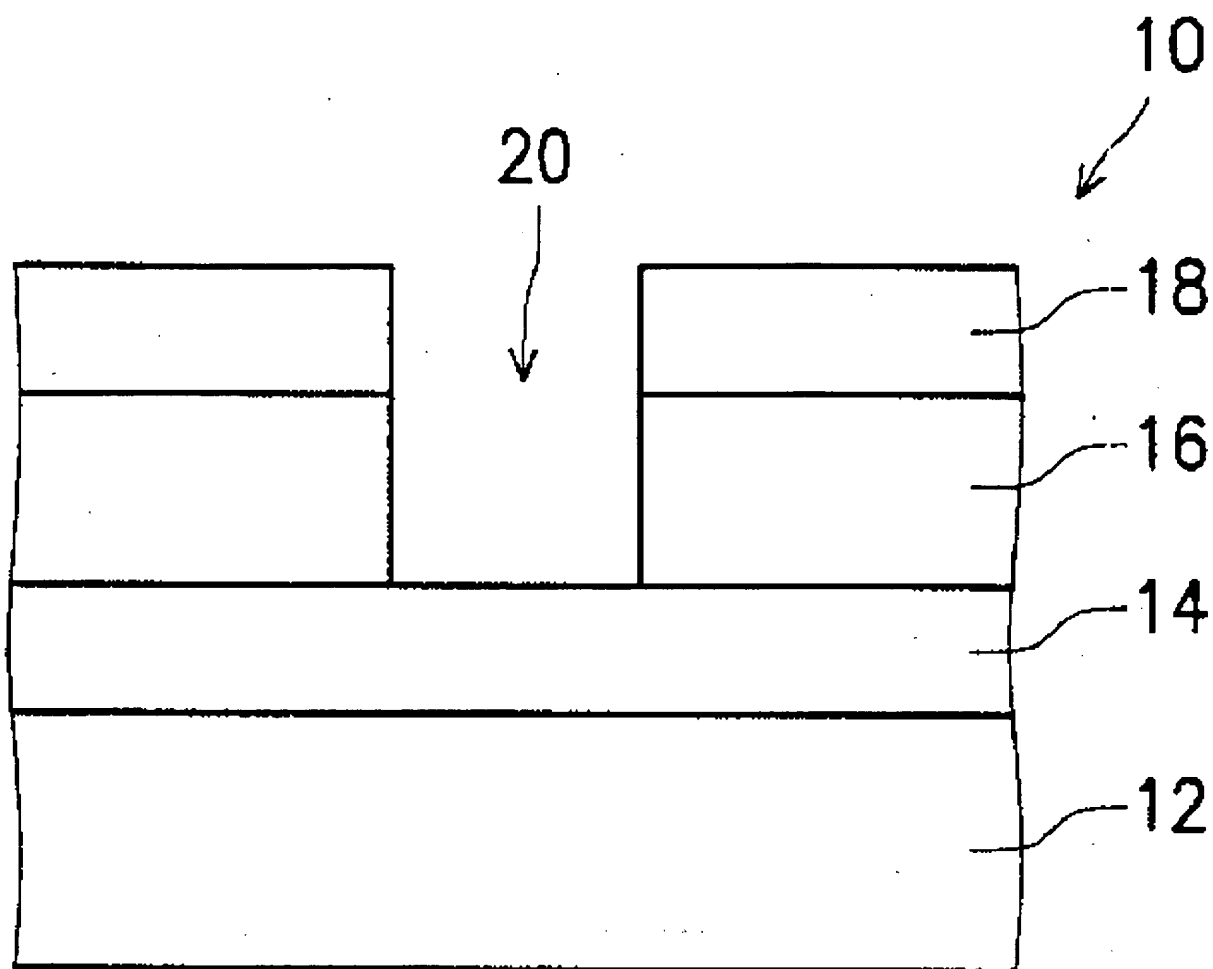


AN: PAT 2002-469900  
TI: Via etch post-clean process performing a dry clean process  
to remove polymer residues and form water-soluble compounds  
PN: TW455942-A  
PD: 21.09.2001  
AB: NOVELTY - A metal layer and an oxide layer on top of the  
metal layer are formed on a wafer. A resist layer is formed on  
the oxide layer surface and via is formed by exposing the pre-  
determined metal surface through the resist layer and the oxide  
layer. The cleaning process consists of the following steps:  
performing a resist strip-off process to remove the resist  
layer, performing a dry cleaning process to remove polymer  
residues and form water-soluble compounds, and carrying out a  
water cleaning process by immersing the wafer in de-ionized  
water to dissolve the water-soluble compounds and thoroughly  
clean all residues in via.;  
PA: (PROM-) PROMOS TECHNOLOGIES INC;  
IN: CHANG H; LIU F; LU H; LIU H;  
FA: TW455942-A 21.09.2001; DE10108067-A1 12.09.2002;  
US2002096494-A1 25.07.2002;  
CO: DE; TW; US;  
IC: B44C-001/22; C23F-001/00; H01L-021/306; H01L-021/321;  
H01L-021/768;  
MC: L04-C06B; L04-C07B; L04-C10; L04-C13A; U11-C06A1B;  
DC: L03; P78; U11;  
FN: 2002469900.gif  
PR: TW0122878 31.10.2000; US0768523 24.01.2001;  
DE1008067 20.02.2001;  
FP: 21.09.2001  
UP: 22.10.2002

**This Page Blank (uspto)**



**This Page Blank (uspto)**



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 08 067 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 L 21/768**  
H 01 L 21/321

⑳ Aktenzeichen: 101 08 067.0  
㉔ Anmeldetag: 20. 2. 2001  
㉕ Offenlegungstag: 12. 9. 2002

**DE 101 08 067 A 1**

㉑ **Anmelder:**  
ProMOS Technologies, Inc., Hsinchu, TW  
  
㉒ **Vertreter:**  
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
80538 München

㉓ **Erfinder:**  
Lu, Hungyueh, Hsinchu, TW; Chang, Hong-Long,  
Hsinchu, TW; Liu, Fang-Fei, Hsinchu, TW

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**  
US 59 08 319  
US 58 82 489  
US 57 95 831  
US 56 61 083  
US 55 45 289

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Nachreinigungsverfahren für einen Ätzzvorgang für Durchgangslöcher**

⑤⑦ Ein Nachreinigungsverfahren für einen Ätzzvorgang für Durchgangslöcher zum Reinigen eines Wafers, wobei der Wafer eine Wolfram(W)schicht, eine auf der Wolframschicht aufgebrachte Oxidschicht, eine auf der Oxidschicht gebildete Photoresistschicht und ein Durchgangsloch umfasst, das durch die Photoresistschicht und die Oxidschicht hindurchgeht, bis ein vorher bestimmter Bereich der Wolframschicht freigelegt ist, weist die Schritte auf: (a) Durchführen eines Photoresistablösevorgangs, um die Photoresistschicht zu entfernen; (b) Durchführen eines Trockenreinigungsvorgangs, der CF<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>H<sub>2</sub> als Hauptreaktionsgas verwendet; und (c) Durchführen eines Spülvorgangs mit Wasser.

**DE 101 08 067 A 1**

## ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

## Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen ein Reinigungsverfahren; insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Nachreinigungsverfahren für einen Ätzborgang für Durchgangslöcher.

## Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Bei der Halbleiterverarbeitung ist die Produktausbeute zur Verfolgung des Ziels sehr geringer Linienbreite und hoher Integration stark durch Partikeln betroffen. Insbesondere während eines Ätzborgangs für Durchgangslöcher bewirken die im Durchgangslöcher verbleibenden Rückstände eine Verschlechterung der Eigenschaft der elektrischen Verbindung zwischen Metallschichten.

[0003] Siehe Fig. 1 und Fig. 2. Fig. 1 ist ein schematisches Querschnittsdiagramm eines Durchgangslöcher gemäß dem Stand der Technik. Fig. 2 ist ein Flussdiagramm eines Nachreinigungsverfahrens für einen Ätzborgang für Durchgangslöcher gemäß dem Stand der Technik. Ein Wafer 10 umfasst ein Substrat 12, eine auf dem Substrat 12 ausgebildete Metallschicht 14, eine auf die Metallschicht 14 aufgetragene Oxidschicht 16 und eine auf die Oxidschicht 16 aufgetragene Photoresistschicht 18. Unter Verwendung eines Trockenätzvorgangs wird ein Durchgangslöcher 20 so gestaltet, dass es durch die Photoresistschicht 18 und die Oxidschicht 16 hindurchgeht, bis ein vorher bestimmter Bereich der Metallschicht 14 freigelegt ist. Bei einem Nachreinigungsverfahren für den Ätzborgang für Durchgangslöcher wird zuerst Schritt 22 eines Photoresistablösevorgangs durchgeführt, um die Photoresistschicht 18 durch einen Trockenätzvorgang in einem Plasmareaktor zu entfernen, bei dem der Kohlenwasserstoff in der Photoresistschicht 18 zur Ablösung mit Sauerstoffplasma umgesetzt wird und das erzeugte Gas, wie CO, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O, von einem Vakuumsystem abgepumpt wird. Der Photoresistablösevorgang erzeugt jedoch auch Polymerrückstände, die größtenteils im Durchgangslöcher 20 verbleiben. Aus diesem Grund wird Schritt 24 eines Nassätzvorgangs durchgeführt, um die Polymerrückstände zu entfernen. Im Allgemeinen wird der Wafer 10 in ein mit einer speziellen Ätzlösung, wie ACT, EKC oder anderen alkalischen Verbindungen, gefülltes Becken mit einer geeigneten Bedingung der Tauchzeit, Temperatur und Lösungskonzentration getaucht, um die Polymerrückstände zur Entfernung mit der Ätzlösung reagieren zu lassen. Schließlich wird bei Schritt 26 eines Spülvorgangs mit Wasser der Wafer 10 vertikal gedreht, um sicherzustellen, dass der Rand des Wafers 10 gereinigt wird, und dann wird der Wafer 10 in entionisiertes Wasser getaucht, um die restliche Ätzlösung zu entfernen.

[0004] Dennoch steht das Nassätzverfahren, das die Chemikalien, wie ACT und EKC, mit großem Abfallvolumen verwendet, Problemen, wie den wachsenden Kosten der Chemikalien und einer Knappheit chemischer Ressourcen gegenüber. Es entspricht nicht den Erwartungen für die Kostenbetrachtungen der Massenproduktion. Da das Tauchen des Wafers 10 in die Ätzlösung eine Zeitdauer braucht, um die Polymerrückstände vollständig mit der Ätzlösung reagieren zu lassen, ist auch die Gesamtdauer des Ätzborgangs für Durchgangslöcher erhöht.

[0005] Daher stellt die vorliegende Erfindung ein Nachreinigungsverfahren für einen Ätzborgang für Durchgangslöcher bereit, das den Nassreinigungs Vorgang durch einen Trockenreinigungs Vorgang ersetzt, um die oben genannten Probleme zu lösen.

[0006] Ein Nachreinigungsverfahren für einen Ätzborgang für Durchgangslöcher zum Reinigen eines Wafers, wobei der Wafer eine Wolfram(W)schicht, eine auf der Wolframschicht aufgetragene Oxidschicht, eine auf der Oxidschicht gebildete Photoresistschicht und ein Durchgangslöcher umfasst, das durch die Photoresistschicht und die Oxidschicht hindurchgeht, bis ein vorher bestimmter Bereich der Wolframschicht freigelegt ist, umfasst die Schritte: (a) Durchführen eines Photoresistablösevorgangs, um die Photoresistschicht zu entfernen; (b) Durchführen eines Trockenreinigungs Vorgangs, der OF<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>H<sub>2</sub> als die Hauptreaktionsgase verwendet; und (c) Durchführen eines Spülvorgangs mit Wasser.

[0007] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass die Produktionskosten wesentlich verringert sind, da der Trockenreinigungs Vorgang den Nassreinigungs Vorgang ersetzt, um die Polymerrückstände ohne Verwendung teurer und seltener alkalischer Verbindungen zu entfernen. Auch kann der Trockenreinigungs Vorgang die Polymerrückstände schnell entfernen und der Wafer braucht nicht vertikal gedreht zu werden, bevor er in entionisiertes Wasser getaucht wird; so wird der gesamte Nachreinigungs Vorgang effizienter. Ferner können der Photoresistablöse Vorgang und der Trockenreinigungs Vorgang in situ durchgeführt werden; daher erleichtert dies den Nachreinigungs Vorgang.

[0008] Diese und weitere Ziele der vorliegenden Erfindung werden zweifellos für Durchschnittsfachleute auf dem Gebiet offensichtlich, nachdem sie die folgende ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform gelesen haben, die in den verschiedenen Figuren und Zeichnungen dargestellt ist.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] Die vorliegende Erfindung kann durch Lesen der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den Beispielen und den Bezugnahmen auf die beigefügten Zeichnungen genauer verstanden werden, in denen:

[0010] Fig. 1 ein schematisches Querschnittsdiagramm eines Durchgangslöcher gemäß dem Stand der Technik ist;

[0011] Fig. 2 ein Flussdiagramm eines Nachreinigungsverfahrens für einen Ätzborgang für Durchgangslöcher gemäß dem Stand der Technik ist;

[0012] Fig. 3A bis 3D schematische Querschnittsdiagramme eines Reinigungsverfahrens für einen Ätzborgang für Durchgangslöcher gemäß der vorliegenden Erfindung ist;

[0013] Fig. 4 ein Flussdiagramm eines Nachreinigungsverfahrens für den Ätzborgang für Durchgangslöcher gemäß der vorliegenden Erfindung ist.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0014] Siehe Fig. 3 und Fig. 4. Fig. 3A bis 3D sind schematische Querschnittsdiagramme eines Reinigungsverfahrens für einen Ätzborgang für Durchgangslöcher gemäß der vorliegenden Erfindung. Fig. 4 ist ein Flussdiagramm eines Nachreinigungsverfahrens für den Ätzborgang für Durchgangslöcher gemäß der vorliegenden Erfindung. Wie in Fig. 3A gezeigt, umfasst ein Wafer 30 ein Substrat 32, eine auf

dem Substrat 32 ausgebildete Wolfram(W)schicht 34, eine auf der Wolframschicht 34 aufgebraute Oxidschicht 38, eine auf der Oxidschicht 38 aufgetragene Photoresistschicht 40 und ein Durchgangsloch 42. Die Oxidschicht 38 besteht vorzugsweise aus TESO-Oxid. Das Durchgangsloch 42 wird vorzugsweise durch einen Trockenätzvorgang so hergestellt, dass es durch die Photoresistschicht 40 und die Oxidschicht 38 hindurchgeht, bis ein vorher bestimmter Bereich der Wolframschicht 34 freigelegt ist und als Ätzsperrschicht verwendet wird.

[0015] Wie in Fig. 4 gezeigt, wird beim Nachreinigungsverfahren der vorliegenden Erfindung zuerst Schritt 44 eines Photoresistablösevorgangs durchgeführt, um die Photoresistschicht 40 durch einen Trockenätzvorgang in einem Plasmareaktor zu entfernen, bei dem der Kohlenwasserstoff in der Photoresistschicht 40 zur Ablösung mit Sauerstoffplasma umgesetzt wird, das erzeugte Gas, wie CO, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O, von einem Vakuumsystem abgepumpt wird und die erzeugten Polymerrückstände 50 im Durchgangsloch 42 verbleiben, wie in Fig. 3B gezeigt. Dann wird Schritt 46 eines Trockenreinigungsvorgangs durchgeführt, um die Polymerrückstände 50 durch einen Trockenätzvorgang zu entfernen, bei dem die Arbeitsbedingungen sind: 10–20 Sekunden, 200°C–300°C, 500 mT, 700 W–900 W Mikrowellenleistung, 80 W–120 W Hochfrequenzleistung. Was den Hauptpunkt betrifft, ist es bevorzugt, CF<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>H<sub>2</sub> als Hauptreaktionsgas in Kombination mit Hilfsreaktionsgasen, wie einem inerten Gas, N<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>, zu verwenden, wobei das Verhältnis von CF<sub>4</sub> zu den gesamten Reaktionsgasen zwischen 1/2 und 1/6 liegt, der Durchsatz von CF<sub>4</sub> etwa 40–200 Ncm<sup>3</sup> beträgt und der Durchsatz von N<sub>2</sub>H<sub>2</sub> etwa 100–500 Ncm<sup>3</sup> beträgt. Daher kann zur selben Zeit, zu der die Polymerrückstände 50 entfernt werden, CF<sub>4</sub> mit WO<sub>x</sub> reagieren, um flüchtige Gase, wie WF<sub>6</sub>, WF<sub>x</sub>, CO und CO<sub>2</sub>, zu bilden, und kann N<sub>2</sub>H<sub>2</sub> mit W reagieren, um wasserlösliche Rückstände 52, einschließlich H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>W, H<sub>4</sub>N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub>, zu bilden, wie in Fig. 3C gezeigt. Obwohl diese flüchtigen Gase von einem Vakuumsystem abgepumpt werden, verbleiben die wasserlöslichen Rückstände 52 noch im Durchgangsloch 42. Schließlich wird bei Schritt 48 eines Spülvorgangs mit Wasser der Wafer 30 direkt in entionisiertes Wasser getaucht, um zu veranlassen, dass sich die wasserlöslichen Rückstände 52 sofort in entionisiertem Wasser lösen, und dadurch werden alle im Durchgangsloch 42 verbleibenden Rückstände beseitigt, wie in Fig. 3D gezeigt.

[0016] Verglichen mit dem früheren Nachreinigungsverfahren ersetzt beim Nachreinigungsverfahren für den Ätzvorgang für Durchgangslöcher gemäß der vorliegenden Erfindung der Trockenreinigungsvorgang den Nassreinigungsvorgang, um die Polymerrückstände 50 ohne Verwendung teurer und seltener alkalischer Verbindungen, wie ACT und EKC, zu entfernen. Somit werden die Herstellungskosten wesentlich verringert. Auch kann der Trockenreinigungsvorgang die Polymerrückstände 50 schnell entfernen und der Wafer 30 braucht nicht vertikal gedreht zu werden, bevor er in entionisiertes Wasser getaucht wird, so wird der gesamte Nachreinigungsverfahren effizienter. Ferner können der Photoresistablösevorgang und der Trockenreinigungsvorgang in situ durchgeführt werden, um die Photoresistschicht 40 und die Polymerrückstände 50 der Reihe nach zu entfernen, indem die Betriebsfaktoren des Plasmareaktors auf eine geeignete Bedingung eingestellt werden. Dies erleichtert den Nachreinigungsverfahren.

[0017] Fachleute auf dem Gebiet werden leicht bemerken, dass zahlreiche Modifikationen und Änderungen der Vorrichtung vorgenommen werden können, während die Lehre der Erfindung beibehalten wird. Folglich sollte die obige Offenbarung als nur durch die Grenzen und Einschränkungen

der beigefügten Ansprüche eingeschränkt aufgefasst werden.

#### Patentansprüche

1. Nachreinigungsverfahren für einen Ätzvorgang für Durchgangslöcher zum Reinigen eines Wafers, wobei der Wafer eine Wolfram(W)schicht, eine auf der Wolframschicht aufgebraute Oxidschicht, eine auf der Oxidschicht gebildete Photoresistschicht und ein Durchgangsloch umfasst, das durch die Photoresistschicht und die Oxidschicht hindurchgeht, bis ein vorher bestimmter Bereich der Wolframschicht freigelegt ist; das die Schritte umfasst:

- (a) Durchführen eines Photoresistablösevorgangs, um die Photoresistschicht zu entfernen;
- (b) Durchführen eines Trockenreinigungsvorgangs, der CF<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>H<sub>2</sub> als Hauptreaktionsgase verwendet; und
- (c) Durchführen eines Spülvorgangs mit Wasser.

2. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem der Durchsatz von CF<sub>4</sub> zwischen 40 Ncm<sup>3</sup> und 200 Ncm<sup>3</sup> liegt.

3. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem der Durchsatz von N<sub>2</sub>H<sub>2</sub> zwischen 100 Ncm<sup>3</sup> und 500 Ncm<sup>3</sup> liegt.

4. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem das Verhältnis von CF<sub>4</sub> zu den gesamten Reaktionsgasen zwischen 1/2 und 1/6 liegt.

5. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem der Trockenreinigungsvorgang ferner inertes Gas als Hauptreaktionsgas verwendet.

6. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem der Trockenreinigungsvorgang zwei Antriebskräfte verwendet.

7. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 6, bei dem die beiden Antriebskräfte Hochfrequenzleistung und Mikrowellenleistung umfassen.

8. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 7, bei dem die Hochfrequenzleistung zwischen 80 W und 120 W liegt.

9. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 7, bei dem die Mikrowellenleistung zwischen 700 W und 900 W liegt.

10. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem der Spülvorgang mit Wasser den Wafer in entionisiertes Wasser taucht.

11. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem die Oxidschicht aus TEOS-Oxid besteht.

12. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem der Photoresistablösevorgang ein Trockenätzvorgang ist.

13. Nachreinigungsverfahren nach Anspruch 1, bei dem der Photoresistablösevorgang und der Trockenätzvorgang in situ stattfinden.

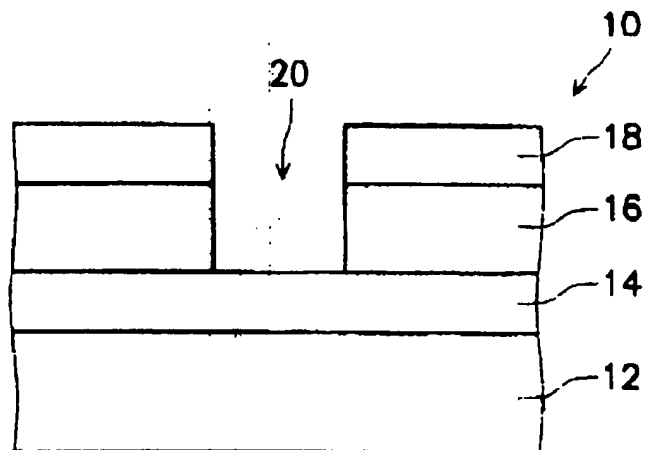
---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

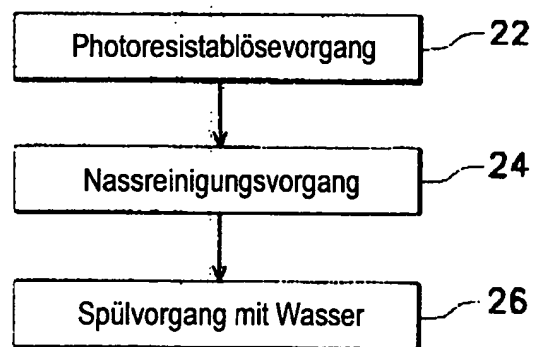
---

- Leerseite -





**FIG. 1 (Stand der Technik)**



**FIG. 2 (Stand der Technik)**

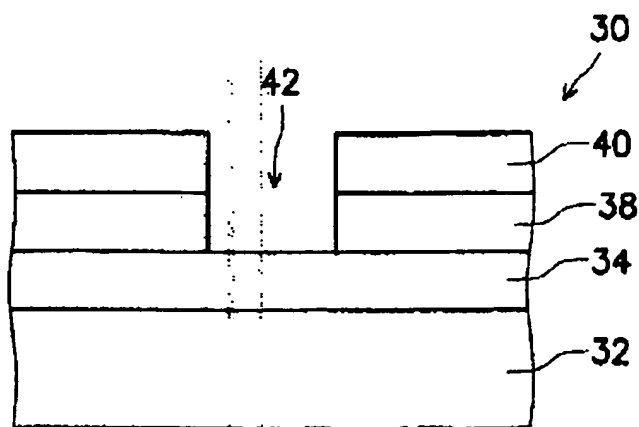


FIG. 3A

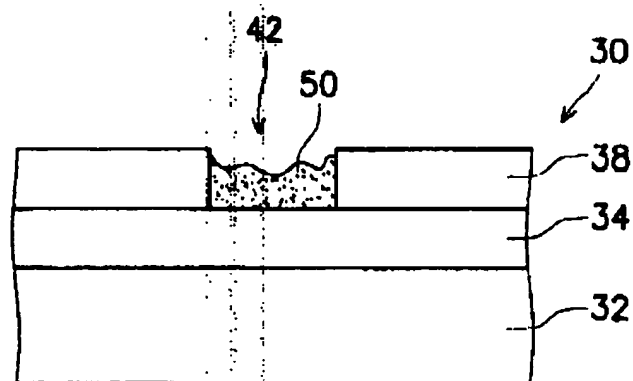


FIG. 3B

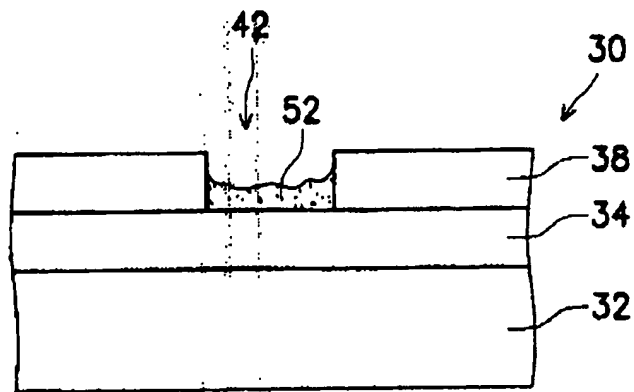


FIG. 3C

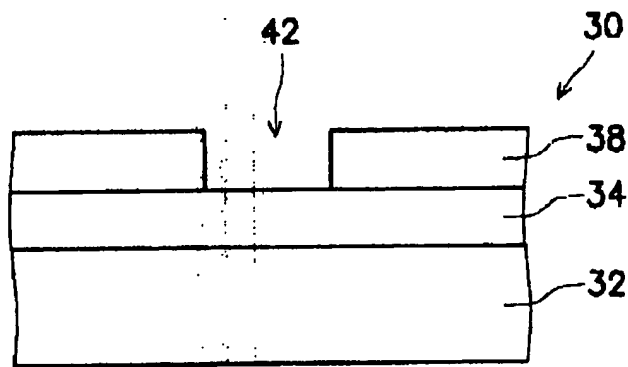
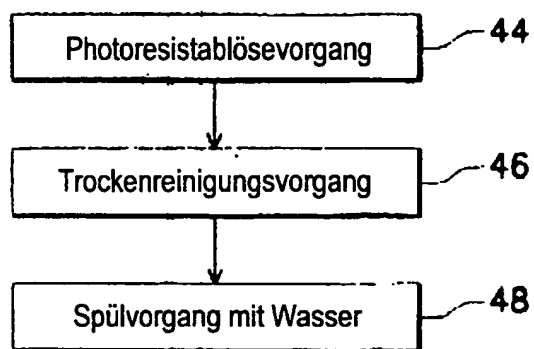


FIG. 3D



**FIG. 4**

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**

***This Page Blank (uspto)***